

Aus dem Institut für Anästhesiologie
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. E. Rügheimer

ERGEBNISSE DER INTENSIVTHERAPIE BEIM THORAXTRAUMA

Retrospektive Analyse der
von Januar 1975 bis Juni 1979 behandelten Patienten

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Johann Biber
aus Workerszell

1984



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546206_0096

Aus dem Institut für Anästhesiologie
der Universität Erlangen - Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. E. Rügheimer

ERGEBNISSE DER INTENSIVTHERAPIE BEIM THORAXTRAUMA

Retrospektive Analyse der
von Januar 1975 bis Juni 1979 behandelten Patienten

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Johann Biber
aus Workerszell

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. F. Wolf
Referent: Prof. Dr. Th. Pasch
Korreferent: Prof. Dr. E. Rügheimer

Tag der mündlichen Prüfung: 16.04.1984

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG UND PROBLEM- STELLUNG	1
1.1.	Arten des Thoraxtraumas	2
1.1.1.	Frakturen	3
1.1.2.	Intrathorakale Blutungen	5
1.1.3.	Pleuraverletzungen	6
1.1.4.	Lungenverletzungen	8
1.1.5.	Verletzungen anderer thorakaler Organe	10
1.2.	Begleitverletzungen	12
1.3.	Therapie der Thoraxverletzungen	16
1.3.1.	Schmerzstillung	16
1.3.2.	Atemtherapie und physikalische Therapie	18
1.3.3.	Beatmung	20
1.3.4.	Drainagen	21
1.3.5.	Infusionstherapie und Medikamente	22
1.3.6.	Operative Therapie	23
1.4.	Ziel der Untersuchung	25
2.	KRANKENGUT UND METHODIK	26
3.	ERGEBNISSE	27
3.1.	Altersverteilung	28
3.2.	Letalität und Altersverteilung	34
3.3.	Einfach- und Kombinationsverletzungen im Thorax- bereich	36

3.4.	Reine Thoraxtraumen und Klassifikation der Mehrfachverletzungen	40
3.5.	Todesursachen	43
3.6.	Häufigkeit der Beatmung und Letalität in den Altersgruppen	45
3.7.	Beatmungshäufigkeit im Hinblick auf einfache Verletzungskombinationen	47
3.8.	Thoraxdrainagen	49
3.9.	Tracheotomien	51
3.10.	Häufigkeit wesentlicher operativer Eingriffe im Untersuchungszeitraum	52
4.	D I S K U S S I O N	54
5.	Z U S A M M E N F A S S U N G	63
6.	L I T E R A T U R	

Meiner Mutter gewidmet

1. E I N L E I T U N G U N D P R O B L E M S T E L L U N G

Verletzungen des Brustkorbes traten früher vorwiegend in Kriegzeiten auf. Meist waren es penetrierende Verletzungen durch Schuß- oder Stichwaffen, die sehr häufig den Tod zur Folge hatten. Solche penetrierenden Verletzungen von Lunge und Pleura sind heute dagegen in Mitteleuropa selten, nur in städtischen Ballungsgebieten der USA werden sie relativ häufig beobachtet (37).

Vielmehr sind heute Thoraxtraumen fast ausschließlich auf stumpfe Gewalteinwirkungen zurückzuführen, wobei die Verkehrsunfälle als Ursache im Steigen begriffen sind und ca. 75 - 80 % aller Thoraxverletzungen ausmachen (11, 23, 46). Ob es sich dabei um die typischen Steuerradverletzungen handelt, die vorwiegend Stellen des Oberkörpers schädigen, oder der Körper gegen eine andere feste Oberfläche geschleudert wird, die Folgen sind Verletzungen verschiedener Organsysteme, des Brustkorbs und seines Inhalts.

Während Kirschner noch 1938 Thoraxtraumen nach Verkehrsunfällen als seltene (4,1 %) und in der Regel harmlose Ereignisse beschrieb, hat sich dies mittlerweile grundlegend geändert (11). So sind es in der Bundesrepublik jährlich 8.000 Menschen, die nach oder bei Verkehrsunfällen Opfer ihres Thoraxtraumas geworden sind, wobei in der Hälfte dieser Fälle die Brustkorbverletzung ursächlich und zur anderen Hälfte wesentlich für den letalen Ausgang verantwortlich



ist (31). Ähnliche Vergleichszahlen ergeben sich aus den USA: Bei 15 Mio. Unfällen werden 50.000 Personen getötet, der wesentliche Anteil der Thoraxverletzungen beträgt auch dort 50 % (46).

Aufgrund des typischen Unfallablaufes treten isolierte Verletzungen des Brustkorbes nur in etwa 10 - 20 % aller Fälle auf. In den übrigen Fällen sind mehr oder weniger Kopf, Gesicht, Bauchorgane und Extremitäten mitbetroffen.

Während nun die Prognose für das isoliert auftretende, leichte Thoraxtrauma relativ gut ist, verschlechtert sie sich mit Art und Zahl der Begleitverletzungen wesentlich.

Eben darin werden die wesentlichen Ursachen dafür gesehen, daß sich in der Nachkriegszeit bis heute die Letalität der schweren Thoraxtraumen kaum verändert hat (24, 39, 42). Sie beträgt durchschnittlich 30 - 35 % und stellt damit nach wie vor eine therapeutische Herausforderung dar.

1.1. Arten des Thoraxtraumas

Die Thoraxwand mit Rippen und Muskulatur ermöglicht durch ihre Exkursionen bei der In- und Expiration die Bewegung der Atemluft, die Ventilation. Lunge und Thoraxwand sind elastische Strukturen, die durch den Film der Pleuraflüssigkeit verbunden sind, daß die Lungen allen Volumenveränderungen des Thorax folgen müssen.

Während in der Lunge nur während der Inspirationsphase der Druck geringfügig subatmosphärisch ist, besteht im Interpleuralspalt immer ein geringer Unterdruck. Er entsteht infolge des elastischen Lungenzuges bei relativer Starrheit des knöchernen Thoraxgerüsts und beträgt bei der Inspiration -8 bis -10 cm H₂O, bei der Expiration -3 bis -5 cm H₂O. Zur weiteren Volumenänderung trägt das Zwerchfell bei, das bereits in Ruhe für 75 % der intrathorakalen Volumenänderung verantwortlich ist.

Traumatische Läsionen dieser Strukturen, der Rippen, der Pleura visceralis oder parietalis, des Zwerchfells oder die direkte Schädigung des Lungenparenchyms haben Einschränkungen der Atemmechanik und des Gasaustausches zur Folge und führen häufig zu lebensbedrohlichen Komplikationen oder zum Tode.

1.1.1. Frakturen

Frakturen von Rippen sind die häufigste Verletzungsfolge im Bereich des Thorax nach äußerer Gewalteinwirkung. Einzelne Frakturen, vor allem nicht dislozierte oder im costochondralen Übergangsbereich paravertebral oder parasternal liegende, werden im Röntgenbild oft übersehen und sind klinisch nur anhand eines lokalen Druckschmerzes oder einer mehr oder weniger deutlichen Krepitation zu diagnostizieren.

Große, breitflächige Gewalteinwirkungen, wie sie oft bei Verkehrsunfällen oder bei Stürzen aus größerer Höhe vorkommen, können die Fraktur mehrerer nebeneinanderliegender Rippen bewirken. Hier handelt es sich dann meist um Biegungsfrakturen im Bereich der größten physiologischen Krümmung dorsolateral und lateral (31) oder um vordere Rippenserienfrakturen, zum Teil mit Stückbrüchen und beidseits costochondrale Frakturen: Die typische Steuerradverletzung des Autofahrers. Die oberen Rippen 1 - 3 sind hier seltener betroffen, da sie durch Sternum und Schultergürtel knöchern und muskulär stabilisiert sind. Überwiegend ist der untere Thoraxbereich gefährdet.

Stückbrüche von Rippen oder Rippenserienfrakturen können zur Instabilität eines Thoraxsegmentes führen. Paradoxe Atmung, das heißt eine Einwärtsbewegung des labilen Segmentes bei der Inspiration, während der übrige Thorax durch Auswärtsbewegung eine Volumenzunahme zu erreichen versucht, ist dann die Folge.

Solche mobilen Fragmente bewegen sich inspiratorisch einwärts, weil sie durch den elastischen Lungenzug nach innen gezogen werden können mangels Verankerung am gesamten knöchernen Thorax.

Brüche im Bereich der Brustwirbelsäule und daraus folgende Querschnittslähmungen sind selten, da die Brustwirbelsäule sehr gut stabilisiert ist. Differentialdiagnostisch kann ein paravertebrales Frakturhämatom im Röntgenbild Schwierigkeiten bereiten.

Wie schon oben erwähnt, macht die Diagnose von Frakturen im Bereich

des knöchernen Thorax oft Schwierigkeiten. Nicht dislozierte Frakturen lassen sich röntgenologisch selbst unter idealen Aufnahmebedingungen im Anfangsstadium oft nicht erkennen; die ohnehin technisch schwierige Aufnahme am liegenden Patienten auf der Intensivstation erschwert die Diagnose zusätzlich. Sternumfrakturen sind nur im seitlichen Strahlengang sichtbar, andere nur durch Spezialaufnahmen, wie solche der Wirbelkörper, Scapula etc. Meist kann die Diagnose erst nach wiederholten Röntgenuntersuchungen oder durch Ausschluß sicher gestellt werden.

1.1.2. Intrathorakale Blutungen

Rippenfrakturen, vor allem Stückbrüche, und andere Verletzungen der Thoraxwand, die zur Zerreißung der parietalen Pleura, zu Läsionen der Lunge oder der intrathorakalen Gefäße führen, haben Blutungen zur Folge. Diese finden zumeist in präformierte Höhlen statt, in den Pleuraraum, das Mediastinum oder das Perikard, und treten dann nicht nach außen in Erscheinung. Nur Einblutungen in das Bronchialsystem machen sich wegen der auftretenden Hämoptoe rasch bemerkbar.

Die Gefahr dieser Blutungen liegt einerseits in dem mehr oder weniger großen Blutverlust und damit der Abnahme der Lungenperfusion infolge des sich rasch entwickelnden hämorrhagischen Schocks, zum anderen in der Einengung und Verdrängung der Thoraxorgane. Meist

sind es Blutungen aus einer oder mehreren Aa. intercostales oder aus der A. mamma int.; wesentlich seltener sind, wegen des niedrigen Drucks, akute Blutungen aus dem Lungenparenchym (26).

Eine Blutansammlung bis zu 200 ml stellt sich auf dem Thoraxröntgenbild nicht dar. Vor allem bei der ap.-Aufnahme am liegenden Patienten können sich hinter einer diffusen Verschattung nicht selten Blutmengen bis 1 l verbergen (13). Unilaterale Blutungen in den Pleuraraum sind bis zu 3 l ohne Verdrängung des Mediastinums möglich (36).

Klinisch ist der Hämatothorax durch einen verkürzten Klopfschall sowie durch ein abgeschwächtes oder aufgehobenes Atemgeräusch gekennzeichnet. Die Untersuchung am liegenden Patienten oder ein gleichzeitiger Pneumothorax erschweren die Diagnose erheblich. Differentialdiagnostisch ist bei jedem Hämatothorax eine Zwerchfellruptur mit Prolaps von Bauchorganen zu erwägen.

1.1.3. Pleuraverletzungen

Da der Druck im Pleuraspalt immer subatmosphärisch ist, hat die Verletzung eines der beiden Pleurablätter eine sofortige Störung der Atemmechanik zur Folge. Dringt nämlich Luft in diesen Spalt ein, zieht sich die Lunge infolge ihrer Eigenelastizität zum Hilus hin zurück, es resultiert ein partieller oder totaler Lungenkollaps.

Klinische Zeichen sind hypersonorer Klopfschall, Dyspnoe und bei weiterer Zunahme des Drucks im Pleuraraum Zyanose und Trachycardie. Röntgenologisch weist die fehlende Lungenzeichnung zwischen Thorax und kollabierter Lunge auf den Pneumothorax hin (1, 13).

Ein einseitiger Pneumothorax ist nur bei vorgeschädigter Lunge akut lebensbedrohlich. Ist in der Thoraxaufnahme eine Verdrängung des Mediastinums zur gesunden Seite hin sichtbar und weisen zunehmende Dyspnoe, schwerer Schock und Einflußstauung auf eine rasche Verschlechterung der Situation hin, so ist ein Spannungs- oder Ventilpneumothorax wahrscheinlich (13). Er entsteht, wenn die Luft während der Inspiration durch eine kleine Öffnung eines der beiden Pleuralblätter in den Pleuraspalt eindringt, dieses Loch sich durch die sich ändernden Druckverhältnisse während der Expiration wieder verschließt und die eingedrungene Luft nicht mehr entweichen kann. Der intrathorakale Druck auf der verletzten Seite nimmt ständig zu und verdrängt das Mediastinum zur gesunden Seite hin, wodurch nun auch die Entfaltung der intakten Lungenhälfte behindert wird. zusätzlich werden die großen Hohlvenen komprimiert, eine vollständige diastolische Füllung des Herzens ist nicht mehr gewährleistet, es resultiert ein Low-output-Syndrom (25). Der Spannungs- oder Ventilpneumothorax ist die häufigste akut lebensbedrohliche Komplikation einer Thoraxverletzung (26).

Dringt nach Verletzungen von Lunge und Pleura Luft in das Subkutangewebe ein, resultiert ein Hautemphysem. Dieses bedarf, wenn es

nicht zu ausgedehnt ist, selten einer Behandlung. Anders das Mediastinalemphysem, das zu Kompression der Hohlvenen und damit zur Einflußstauung führen kann. Es entsteht bevorzugt bei Trachea- oder Bronchusrupturen.

1.1.4. Lungenverletzungen

Die Lunge liegt relativ gut geschützt innerhalb des knöchernen Thorax. Es bedarf also größerer Gewalteinwirkung, um sie mechanisch zu schädigen, sofern es sich nicht um Noxen handelt, die über das Tracheobronchialrohr direkten Zugang finden (21).

Beim stumpfen Trauma steht neben der Schädigung des Bronchialbaums und des pulmonalen Gefäßsystems vor allem die Parenchymverletzung im Vordergrund. Sie ist vorwiegend in den mittleren und basalen Lungenabschnitten anzutreffen, da hier die Thoraxwand stärker verformbar ist. Große, breitflächige Gewalteinwirkungen überträgt die elastische Thoraxwand auf die Lunge. Der Schweregrad der Lungenverletzung ist deshalb nicht immer an Art und Schwere der Rippenfrakturen abschätzbar; gerade bei jugendlichen Verletzten kann die Schädigung der Lunge auch bei völlig intaktem knöchernen Thorax erheblich sein (6, 21).

Einspießungen von Rippen können die Ruptur der Lunge zur Folge haben, Verletzungen des Lungenmantels einen Pnemo- oder Spannungs-

pneumothorax verursachen. Die weitaus häufigste Verletzungsart stellt die Kontusionierung der Lunge dar. Der Schweregrad der Kontusion drückt sich im Ausmaß der funktionellen Beeinträchtigung aus. Den aussagekräftigsten Parameter hierfür stellt die arterielle Blutgasanalyse dar (6, 48).

Leichtere Kontusionen stellen sich im Röntgenbild als weiche, konfluierende, wolkige Verschattungen dar, die herdförmig, segmental oder lobär angeordnet sind (36). Diesem Befund liegt morphologisch eine Zerreißung peripherer Lungengefäße mit intraalveolären Einblutungen zugrunde. Bei schweren Kontusionen nimmt die Verschattung einen streifig-konfluierenden Charakter an. Das morphologische Korrelat stellen zusätzliche perivasale und peribronchiale Blutungen dar. Diese röntgenologischen Veränderungen sind unmittelbar posttraumatisch häufig noch diskret, wiederholte Röntgenaufnahmen sind hier zur Diagnose notwendig, da sekundär als Folge einer Permeabilitätsstörung der Lungenkapillaren ein interstitielles Ödem hinzutritt. Deshalb werden in vielen Fällen pulmonale Funktionsstörungen, die ausschließlich durch Kontusion verursacht sind, oft erst nach 24 - 36 Stunden manifest (48). Es kommt zur Minderbelüftung der betroffenen Alveolarbezirke, zu einer Zunahme des intrapulmonalen Rechts-Links-Shunts und somit zur arteriellen Hypoxie (42).

1.1.5. Verletzungen anderer thorakaler Organe

Sowohl penetrierende als auch stumpfe Thoraxtraumen können zu einer Verletzung des Myokards führen, wobei durch Einblutung ins Perikard eine Perikardtamponade entstehen kann. Hierfür genügen bereits in kurzer Zeit einströmende Blutmengen von 150 - 200 ml, um die diastolische Füllung des Herzens durch Kompression von außen zu behindern (28). Klinisch steht die obere Einflußstauung mit hohem ZVD, gestauten Halsvenen, Atemnot und Schockzeichen im Vordergrund, der hypersonore Klopfeschall des differentialdiagnostisch bedeutsamen Spannungspneumothorax fehlt jedoch. Die Prognose der traumatischen Myokardrupturen ist schlecht, dabei aber für penetrierende Verletzungen etwas besser als stumpfe, wenn der Patient überhaupt noch lebend die Klinik erreicht. Perikardrupturen können bei Beteiligung der V. cava erheblichen Blutverlust verursachen. Bei ausgedehnten Rissen kann das Herz luxieren, wobei durch Torsion und Abknickung der großen Gefäße ein Kreislaufzusammenbruch eintreten kann.

Relativ häufig ist die Kontusion des Myokards, bei der es zu kleinen Einblutungen in den Herzmuskel kommt, die einzelne Schichten, aber auch die gesamte Dicke der Herzwand betreffen können. Die Symptomatik ähnelt der des Herzinfarkts; diagnostisch sind das EKG und die Bestimmung der "Herzenzyme" (Isoenzyme von CPK und LDH) richtungsweisend. Die Prognose ist relativ gut.

Eine Aortenruptur führt meist bereits an der Unfallstelle zum Tode. Der Verdacht auf ein traumatisch bedingtes Aortenaneurysma wird bei Verbreiterung des Mediastinums erhoben und sollte durch eine notfallmäßig vorgenommene Aortographie bestätigt oder ausgeschlossen werden (15). Ein sich rasch entwickelnder Hämatothorax aufgrund der Ruptur eines Aneurysmas läßt für diagnostische Schritte keine Zeit mehr und macht eine sofortige Thorakotomie notwendig.

Selten ist die Beteiligung des Oesophagus bei penetrierender oder stumpfer Gewalteinwirkung auf den Thorax (11). Bei Einrissen oder totaler Ruptur kommt es durch Austritt von Luft durch den Defekt zum Mediastinalemphysem und Halsemphysem. Hauptsächliche Komplikation ist die Mediastinitis, deren Symptome verspätet einsetzen und so die Erkennung und Behandlung verzögern können. Die Diagnose der Oesophagusverletzung erfolgt durch Oesophaguskopie oder auch durch Röntgendarstellung mit wasserlöslichen Kontrastmittel.

Beim stumpfen Thoraxtrauma ist die Ruptur des Zwerchfells ebenfalls recht selten, wobei in 85 % der Fälle die linke Hälfte betroffen ist, in 14 % die rechte; nur bei 1 % kommt es zur beidseitigen Ruptur (17). Die rechte Zwerchfelhälfte wird durch die Leber geschützt, auch behindert diese den Prolaps von Oberbauchorganen durch einen traumatischen Defekt in den Thoraxraum. Eine solche Herniation von Abdominalorganen kann auch verspätet eintreten und durch Verdrängung von Lunge und Herz zu schwerer Atem- und Kreislaufinsuffizienz führen. Wird eine solche Darmhernie eingeklemmt, entsteht das Bild eines mechanischen Ileus. Die Diagnose erfolgt röntgenologisch.

1.2. Begleitverletzungen

Thoraxtraumen treten nur in einem geringen Teil der Fälle isoliert auf. Vor allem nach Verkehrsunfällen - der heute häufigsten Ursache schwerer Verletzungen - findet man andere Körperpartien mitverletzt.

Art und Zahl der auftretenden Begleitverletzungen bestimmen weitgehend die Reihenfolge diagnostischer und therapeutischer Schritte. Eingetretene Schockzustände manifestieren sich an der Lunge u. a. durch Ausbildung eines interstitiellen Ödems, eines ausgeprägten Rechts-Links-Shunts und einer Störung der Surfactant-Bildung. Sie führen in jedem Fall, auch wenn es nicht zur vollen Ausbildung eines akuten Lungenversagens (acute respiratory distress syndrome, ARDS) kommt, zur Verschlechterung der pulmonalen Situation (47).

Nach der Beseitigung akut lebensbedrohlicher Zustände machen Begleitverletzungen eine differenzierte Vorgehensweise notwendig. Auf einige wichtige Kombinationen, Zusammenhänge und wechselseitige Einflußmöglichkeiten sei deshalb hier kurz eingegangen.

Schädel-Hirn-Traumen (SHT) stellen die häufigste Begleitverletzung dar. Sie bereiten häufig auch differentialdiagnostische Schwierigkeiten. So kann eine zerebrale Schädigung eine pulmonal bedingte respiratorische Insuffizienz vortäuschen. Andererseits

kann eine pulmonale Hypoxie das Atemzentrum sekundär schädigen (43, 45) oder ein ausgeprägter Einflußstau bei Erhöhung des intrathorakalen Drucks die Ausbildung eines Hirnödems begünstigen (17).

Jedes Vorliegen eines SHT wirkt sich ungünstig auf den Thoraxverletzten aus. Von seinem Bewußtseinszustand ist es abhängig, ob er, ohne daß es die Thoraxverletzung erfordert, intubiert und beatmet werden muß (38). Der bewußtlose Patient ist durch Aspiration, mangelnde Expektoration von Sekret und unzureichend tiefes Atmen zusätzlich pulmonal gefährdet. Atemtherapeutische Maßnahmen und die Möglichkeit der Anwendung gezielter Schmerzbeseitigung in Form von Intercostalblockade und Epiduralanalgesie sind dem wachen und kooperationsfähigen Patienten vorbehalten.

Frakturen im Bereich des Gesichtsschädels sind zwar seltener, wegen der möglichen Zerstörung der oberen Luftwege aber für die pulmonale Situation von Bedeutung. Blutungen aus dem Nasen-Rachen-Raum führen nicht selten zur Aspiration, eventuell notwendig werdende Operationen wie die nach Kieferbrüchen übliche intermaxilläre Verdrahtung behindern Atmung und Expektoration von Sekret und machen vor allem bei stärker traumatisierten Patienten eine frühe Tracheotomie nötig.

Werden nach einem Thoraxtrauma basale Rippenfrakturen diagnostiziert, liegt der Verdacht einer Mitbeteiligung von Bauchorganen nahe. Meist ist die Milz betroffen und dann der Patient wegen der

starken inneren Blutverluste unmittelbar vital gefährdet. Genaue Kontrolle und Überwachung der hämodynamischen Parameter, wiederholte Sonographie und die Peritoneallavage können Aufschluß über abdominale Blutungen und ihre Ursache geben (15). Andere Verletzungen des Bauchraumes sind seltener. Kontusionen und Ruptur von Pankreas, Leber, Darm sowie Verletzungen retroperitonealer Strukturen zwingen ebenso zu raschem therapeutischem Eingreifen und machen häufig schon aus diagnostischen Erwägungen eine Laparotomie notwendig.

Nicht nur die zusätzliche Belastung der Lunge durch Operation und Narkose und die verschlechterte Allgemeinsituation, sondern auch der Wundschmerz und die damit eingeschränkte Zwerchfellatmung lassen pulmonale Komplikationen entstehen (15).

Frakturen im Bereich des Beckens und der unteren Extremitäten sind nicht nur wegen der Blutverluste und der Gefahr von Embolien problematisch (29). Der lungengefährdete Patient sollte im Rahmen einer gezielten physikalischen Therapie regelmäßig umgelagert werden (18). Gerade dies ist bei solchen Verletzungen, zumal wenn es sich um konservativ behandelte oder offene Frakturen handelt, nicht oder nur begrenzt möglich.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß jede Begleitverletzung an sich und wegen der notwendigen therapeutischen Eingriffe, vor allem wenn hierzu Narkose und Beatmung notwendig sind (27), die Situation des Thoraxverletzten verschlechtert. Erfolge in der

Therapie der Thoraxverletzten sind also wesentlich vom Ausmaß und von der Versorgung der übrigen Verletzungen abhängig.

1.3. Therapie der Thoraxverletzungen

Das Hauptproblem in der Therapie des Thoraxverletzten besteht nach der Beseitigung der akut lebensbedrohlichen Zustände in der Verhütung oder Behebung einer respiratorischen Insuffizienz (5, 19, 25). Ziel der therapeutischen Maßnahmen muß es also sein, eine ausreichende Ventilation und Perfusion der Lunge zu gewährleisten.

1.3.1. Schmerzstillung

Schmerzhafte Einschränkung der Atmung, z.B. nach Rippenfrakturen, führt durch Zwerchfellhochtritt und Flachatmung zur Minderbelüftung von Lungenteilen; zudem wird die Seufzeratmung und die ausreichende Expektoration behindert. Die Folge ist die Entstehung von Mikro- und Makroatelektasen und damit die Abnahme der funktionellen Residualkapazität sowie eine Zunahme des intrapulmonalen Rechts-Links-Shunts.

Beim wachen und kooperationsfähigen Patienten, der nicht beatmet wird, ist die Beseitigung des Schmerzes Voraussetzung für den Erfolg der Atemtherapie und häufig auch von entscheidender Bedeutung für die Notwendigkeit und Dauer einer eventuellen späteren Beatmung; beim beatmeten Patienten ist sie ohnehin Voraussetzung für das Erreichen eines erträglichen Zustands.

Nur bei einzelnen, unkomplizierten Frakturen ist die Gabe von oralen Analgetika sinnvoll. Bei stärkerer Traumatisierung ist die parenterale Gabe von Opiaten meist unumgänglich. Hier ist eine sorgfältige Dosierung erforderlich, damit einerseits eine ausreichende Schmerzbekämpfung gewährleistet ist, um die Spontanatmung zu erleichtern, andererseits die zentral atemdepressive Wirkung dieser Medikamente den Erfolg nicht zunichte macht (15, 16).

Bei Fraktur einzelner oder benachbarter Rippen hat sich die Schmerzausschaltung durch interkostale Leitungsanalgesie bewährt. Nach Setzen einer Hautquaddel wird im Bereich des Angulus costae oder in der hinteren Axillarlinie ein Depot von 3 - 5 ml des langwirkenden Lokalanästhetikums Bupivacain gesetzt. Kombiniert mit dem Vasokonstriktor POR 8 (1 E/10 ml), einem Vasopressinabkömmling, kann man eine Wirkungsdauer von über 12, manchmal sogar bis 24 Stunden erreichen (32).

Bei Rippenserienfrakturen oder instabilem Thorax kann zur Schmerzausschaltung auch eine kontinuierliche Epiduralanästhesie mit Bupivacain oder Opiaten, besonders dem Morphin, über einen Epiduralkatheter angewandt werden. Es bedarf hierzu aber eines wachen und kooperationsfähigen Patienten, bei dem keine schweren Lungenschäden durch Aspiration oder Kontusion vorliegen dürfen (8, 9). Auch kann durch diese Art der Schmerzbekämpfung eine unklare Oberbauchsymptomatik verschleiert werden. Bei Frakturen oberhalb Th 5 ist die Epiduralanalgesie wegen der Gefahr kardio-

depressiver Nebenwirkungen nicht brauchbar (16). Bei Schädel-Hirn-Trauma, Schock und ernsten Schädigungen des Lungenparenchyms sind Interkostalblock und Epiduralanalgesie zur Behandlung des Thoraxtraumas nicht geeignet.

1.3.2. Atemtherapie und physikalische Therapie

Ziel der atem- und physikalisch-therapeutischen Maßnahmen ist es, der Bildung von (Mikro-) Atelektasen entgegenzutreten und so eine Vergrößerung der postoperativ bzw. posttraumatisch praktisch immer verminderten funktionellen Residualkapazität bzw. Vitalkapazität zu bewirken (18). Hierfür steht ein abgestuftes Bündel von Maßnahmen zur Verfügung.

Immer ist für eine ausreichende Befeuchtung der Atemluft zu sorgen, da bei Absinken der relativen Feuchte in der Trachea unter 70 % die Ziliertätigkeit sistiert (18). Durch wechselnde Seitenlagerung des Patienten erreicht man eine bessere Belüftung sonst abhängiger Lungenpartien; dies gestaltet sich aber gerade beim Polytraumatisierten mitunter schwierig (5). Durch Abklopfen und Vibrationen wird das zähe Bronchialsekret mechanisch gelöst, so daß es dann besser abgehustet werden kann. Ist der Patient hierzu nicht fähig, muß das Sekret regelmäßig blind oder bronchoskopisch abgesaugt werden. Durch Totraumvergrößerung mit dem Giebelrohr wird eine Retention von CO_2 erreicht, die durch Azidose das

Atemzentrum stimulieren und damit das Atemminutenvolumen erhöhen soll (18). Diese Erhöhung ist allerdings nur über eine Vertiefung der einzelnen Atemzüge sinnvoll, reine Frequenzsteigerung ist therapeutisch zwecklos. Eine wesentlich bessere Blähung der Lunge erreicht man mit der intermittierenden Überdruckbeatmung (IPPB), bei der mittels eines einfachen, druckgesteuerten Beatmungsgerätes über ein Mundstück die Inspiration unterstützt wird, was zusätzlich mit der Inhalation von Broncho- oder Sekretolytika kombiniert werden kann. Diese Therapieform setzt allerdings eine ausreichende Kooperationsbereitschaft des Patienten und ständige Überwachung voraus (34). Ebenfalls gute Erfolge werden mit der "Incentive Spirometry" (IS) nach Bartlett-Edwards erreicht, bei der der Patient zur maximalen willkürlichen Inspiration mit endinspiratorischem Atemanhalten über mehrere Sekunden angeregt wird. Dies trägt wesentlich zur Entfaltung kollabierter Alveolen bei (3, 18). Auch hierbei ist gründliche Anleitung des Patienten erforderlich.

Eine weitere Maßnahme ist die CPAP-Atmung (Atmung mit "continnuous positive airway pressure"), bei der der Patient inspiratorisch aus einem Reservoir mit hohem Gasflow und expiratorisch gegen einen kontinuierlichen Widerstand atmet (38), so daß ein kontinuierlicher Überdruck in den Atemwegen herrscht. Das kann im intubierten Zustand kontinuierlich, sonst intermittierend über eine dicht schließende Maske erfolgen.

Bei Bedarf kann die CPAP-Atmung noch mit "intermittent mandatory

ventilation" (IMV) kombiniert werden, bei der in festgelegten Zeitabständen die Spontanatmung durch maschinelle Zusatzbeatmung unterstützt wird und zwar in Abhängigkeit vom arteriellen CO_2 -Partialdruck (PaCO_2).

Die Erfolgskontrolle der hier angeführten Maßnahmen geschieht durch Thorax-Röntgenaufnahmen und vor allem durch arterielle Blutgasanalyse. Der arterielle O_2 -Partialdruck (PaO_2) sollte nicht unter 55 mm Hg absinken, der PaCO_2 50 mm Hg nicht überschreiten, wenn die Analyse bei Raumlufatmung (inspiratorische O_2 -Konzentration $F_{\text{I}}\text{O}_2 = 0,21$) vorgenommen wird (41, 42).

1.3.3. Beatmung

Mit zunehmender Eskalation der atemtherapeutischen Maßnahmen über IPPB, CPAP, CPAP mit IMV wird die Grenze von Spontanatmung zur kontrollierten maschinellen Beatmung allmählich verwischt. Bei mit den geschilderten Maßnahmen nicht beherrschbarer respiratorischer Insuffizienz mit Hypoxämie und/oder Hyperkapnie ist die Indikation zur Intubation und Beatmung gegeben, was gerade bei der häufigen Kombination von Thoraxtraumen mit anderen, vor allem Schädel-Hirn-Verletzungen oft von vorneherein nicht zu umgehen ist. Die Beatmung erfolgt meist über einen nasalen Endotrachealtubus, seltener über ein Tracheostoma, als kontinuierliche Überdruckbeatmung (CPPV) mit volumengesteuerten

Respiratoren. Das heißt, es ist ein positiver endexpiratorischer Druck (PEEP) von +5 - +15 cm H₂O erforderlich (5). Durch großzügige Indikationsstellung kann Lungenkomplikationen wie dem beim Polytraumatisierten so häufigen ARDS wirksam vorgebeugt werden; hat sich ein solches erst manifestiert, stellt aggressive Beatmungstherapie ohnehin die einzige Chance für den Patienten dar.

Seit Mitte der fünfziger Jahre hatte sich die Behandlung der instabilen Thoraxwand mittels "innerer Schienung" durch Überdruckbeatmung allgemein durchgesetzt (2, 4). Hierbei ist die Behebung der paradoxen Atmung und die Fixierung des instabilen Brustwandsegmentes das Ziel, was im allgemeinen eine Beatmung über mehrere Wochen erforderlich macht. Erst in neuerer Zeit ist dieses Behandlungsprinzip wegen seiner Aufwendigkeit, der vielfältigen Komplikationen der Langzeitbeatmung (20) und seines unzutreffenden pathophysiologischen Hintergrundes in Frage gestellt worden (7, 22, 44).

1.3.4. Drainagen

Die beim Thoraxtrauma häufig vorhandenen Komplikationen des Pneumo- bzw. Spannungspneumothorax oder des Hämatothorax können wirksam durch Einlegen von Thoraxsaugdrainagen nach Büllau behandelt werden. Hierzu werden großlumige silikonisierte Kunst-

stoff-Katheter mittels Mandrin in die Pleurahöhle vorgeschoben und eine kontinuierliche Saugung von normalerweise 20 - 25 cm H₂O angelegt (17). Die Indikation für das Einlegen einer solchen Drainage ist großzügig zu stellen; vor allem bei mit PEEP beatmeten Patienten sollte immer vorsorglich eine Thoraxdrainage gelegt werden, um einem nicht selten unter Beatmung sich entwickelnden Spannungspneumothorax, dem sogenannten Barotrauma der Lunge, vorzubeugen.

1.3.5. Infusionstherapie und Medikamente

Zur Verhütung einer "nassen Lunge" hat die Infusionsbehandlung Thoraxverletzter stets "lungenbewußt" zu erfolgen, d.h. eine Flüssigkeitsüberladung des Patienten ist unbedingt zu vermeiden (14). Bei der primären Schockbekämpfung werden meist kolloidosmotisch wirksame Lösungen den reinen kristalloiden Elektrolytlösungen vorgezogen.

Die weitere Infusionstherapie sollte zurückhaltend erfolgen, eine ausgeglichene oder negative Wasserbilanz ist nach dem Ausgleich von Volumenverlusten anzustreben, wobei notfalls die Nierentätigkeit durch Gabe potenter Diuretika zu unterstützen ist.

Bei Polytraumatisierten ist oft eine parenterale Ernährung über lange Zeit erforderlich, wobei man den hohen Kalorienbedarf dieser

Patienten decken muß (24). Seitdem brauchbare infundierbare Lipidemulsionen zur Verfügung stehen, ist dies im allgemeinen kein so großes Problem mehr.

Der Wert hochdosierter Kortikoidgaben ist unbewiesen und ihre Indikation heute sehr umstritten. Die weitere medikamentöse Therapie richtet sich nach dem Allgemeinzustand des Patienten bzw. den Begleitverletzungen. So sollte besonders auf ein ausreichendes Herzzeitvolumen geachtet und, falls erforderlich, dieses medikamentös unterstützt werden. Gerinnungsstörungen müssen ebenfalls gezielt behandelt werden, bevorzugt unter Verwendung von tiefgefrorenem Frischplasma.

1.3.6. Operative Therapie

Schwere Verletzungen thorakaler Organe wie Rupturen von Herzwand, großen Gefäßen, Oesophagus oder Trachea bzw. Hauptbronchien erfordern in der Regel eine sofortige Thorakotomie und operative Revision. Ansonsten sollte man mit der Operationsindikation zurückhaltend sein; dies gilt sowohl für stumpfe als auch für penetrierende Thoraxtraumen (12, 17).

Gelegentlich kann man versuchen, eine instabile Thoraxwand nach Rippenserienfrakturen operativ zu stabilisieren, wofür aber nur eine sehr begrenzte Indikation besteht (5, 31). Neben der intra-

medullären Fixation mit Spickdrähten wird heute vor allem die Plattenosteosynthese mit AO-Drittelrohrplatten oder selbstumgrieffenden Rippenklammern nach Judet, modifiziert nach Labitzke und Schmitt-Neuerburg, durchgeführt (40).

1.4. Ziel der Untersuchung

Ziel dieser Arbeit war die retrospektive Verlaufsbeobachtung von 222 Patienten, die in der Zeit von Januar 1975 bis einschließlich Juni 1979 wegen ihres Thoraxtraumas in der intensivmedizinischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen behandelt wurden. Unser Bemühen galt der genauen Aufschlüsselung hinsichtlich der aufgetretenen Verletzungen von Thorax und Lunge sowie der Begleitverletzungen und der Verlaufsbeobachtung unter der Therapie auf der Intensivstation und aller auch in der Zusammenarbeit mit der Chirurgie ergriffenen therapeutischen Maßnahmen.

Wegen der trotz des Einsatzes modernster Intensivmedizin weiterhin hohen Mortalität (es verstarben 82 der 222 Patienten = 36,9 %) haben wir dieses Kollektiv hinsichtlich der häufigsten Todesursachen, des Todeszeitpunkts sowie ihrer Altersstruktur näher untersucht.

Leichte Thoraxtraumen, wie einfache Rippenbrüche und geringfügige Kontusionen sind in unserer Beobachtung nicht enthalten, sofern diese meist nur ambulant behandelt oder zur Beobachtung auf chirurgische Allgemeinstationen verlegt wurden. Intensivmedizinisch relevante Parameter sind von diesen Patienten nicht zu erhalten.

2. K R A N K E N G U T U N D M E T H O D I K

Zur Auswertung kam das Krankengut der Intensivstation der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen. Herausgegriffen wurden sämtliche Patienten mit Thoraxtrauma und Rippenserienfrakturen von mehr als drei Rippen der Zeit von Januar 1975 bis Juni 1979, also aus einem Zeitraum von 4,5 Jahren. Patienten der chirurgischen Allgemeinstationen sowie ambulant Behandelte wurden in unserer Erhebung nicht berücksichtigt.

Erfaßt wurden 222 Patienten im Alter von 1 - 83 Jahren, das Durchschnittsalter lag bei 38 Jahren. Grundlage unserer Untersuchung waren die Krankenblätter, OP.-Berichte, Narkoseprotokolle und Röntgenbilder der Patienten. Wir klassifizierten das Krankengut hinsichtlich der Art des Thoraxtraumas und ggf. der Mehrfachverletzungen, da lediglich 15,1 % der erfaßten Patienten wegen eines reinen Thoraxtraumas in Behandlung waren; bei den übrigen handelte es sich um mehr oder weniger stark Multitraumatisierte.

Patienten mit sehr schweren Hirn- und Rückenmarksverletzungen wurden meist entweder sofort oder nach wenigen Tagen zu Operation und Intensivpflege in die Neurochirurgie verlegt.

Besonderes Augenmerk wurde auf Altersverteilung, Letalität, Todesursachen sowie Aufschlüsselung der chirurgischen und intensivmedizinisch-therapeutischen Maßnahmen gelegt. Für die Auswertung kamen größtenteils Methoden der deskriptiven Statistik in Frage.

3. ERGEBNISSE

Zunächst wurden die Patienten auf ihre Altersverteilung hin untersucht. Wir teilten die Altersgruppen in Dekaden ein, die Patienten unter 15 und über 65 Jahre wurden jeweils in einer Gruppe zusammengefaßt.

Die Abbildungen 1 - 6 geben die Altersverteilung in den Jahren 1975 bis einschließlich Juni 1979 für den gesamten Untersuchungszeitraum und für jedes einzelne Kalenderjahr an.

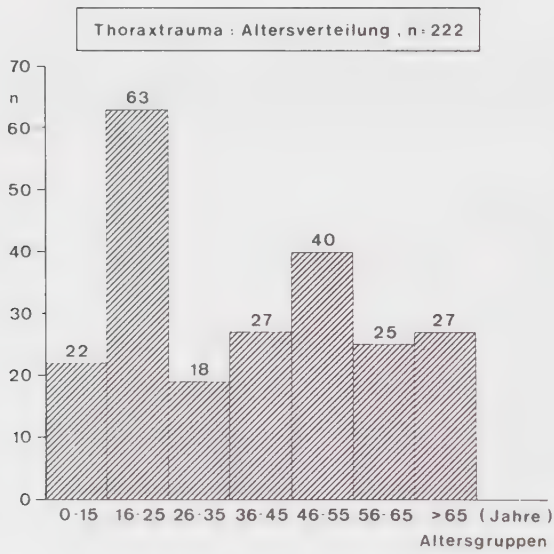
3.1. Altersverteilung

Abb.: 1 Fallzahl und Altersverteilung im gesamten Untersuchungszeitraum (Januar 1975 - Juni 1979)

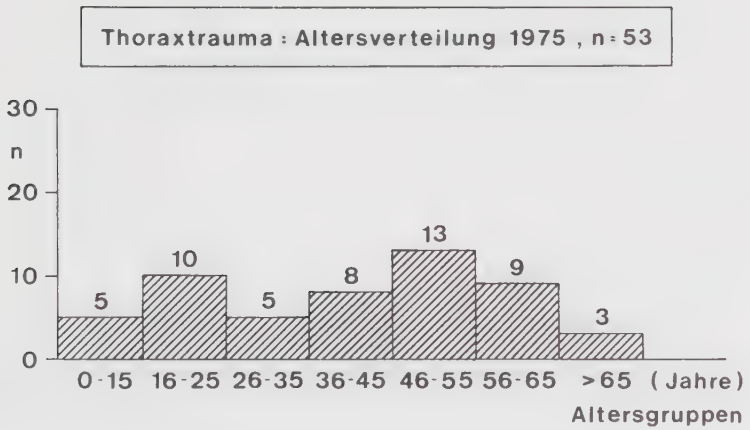


Abb.: 2 Fallzahl und Altersverteilung im Jahre 1975

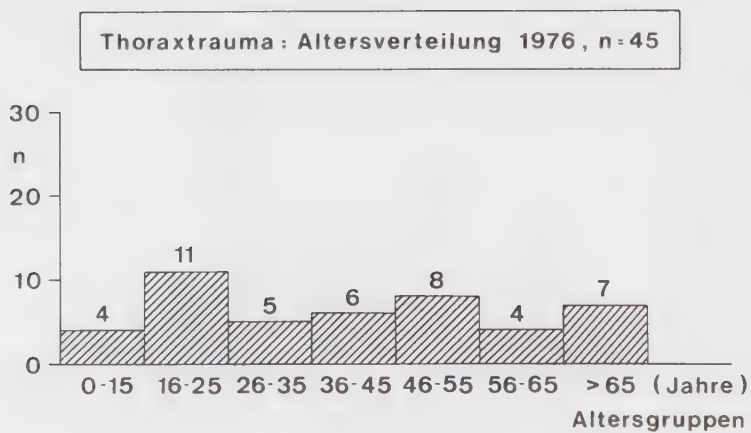


Abb.: 3 Fallzahl und Altersverteilung im Jahre 1976

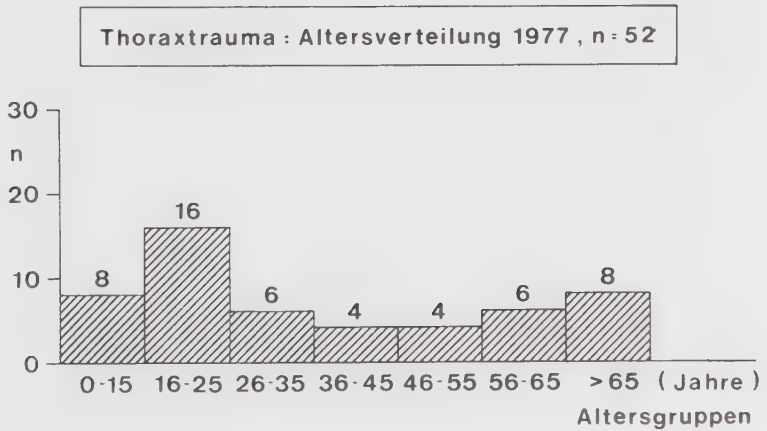


Abb.: 4 Fallzahl und Altersverteilung im Jahre 1977

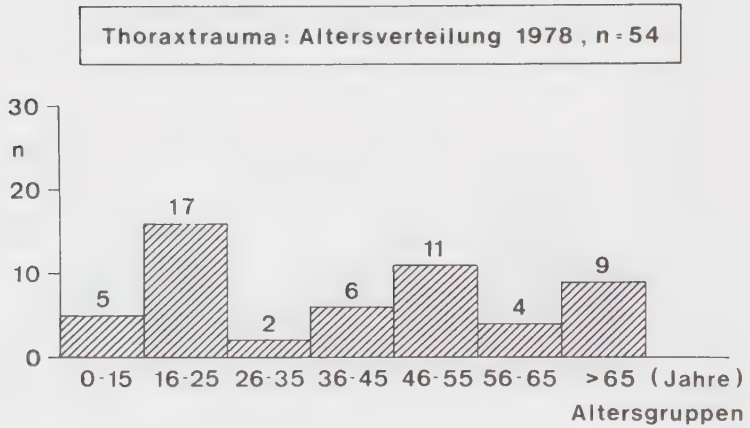


Abb.: 5 Fallzahl und Altersverteilung im Jahre 1978

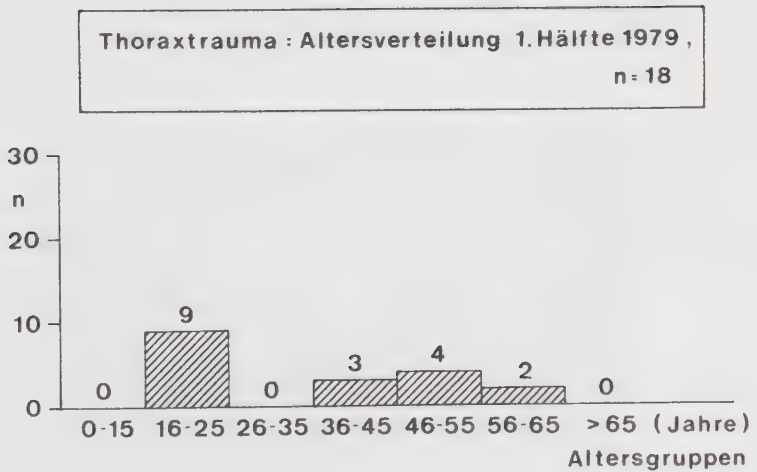


Abb.: 6 Fallzahl und Altersverteilung in der ersten Hälfte des Jahres 1979

Aus diesen Diagrammen (Abb. 1 - 6) geht hervor, daß die Altersgruppen 16 - 25 Jahre und 46 - 55 Jahre besonders stark repräsentiert sind. Eine relative Zunahme in der Altersgruppe 16 - 25 Jahre ab 1977 ist tendenziell bemerkenswert. Ansonsten zeigt sich keine eindeutige Änderung von 1975 bis 1979.

3.2. Letalität und Altersverteilung

Da bei der Untersuchung unserer Stichprobe auffiel, daß die Letalität in der relativ großen Gruppe der 16- bis 25jährigen verhältnismäßig gering war, haben wir den Zusammenhang zwischen Letalität und Altersverteilung genauer aufgeschlüsselt.

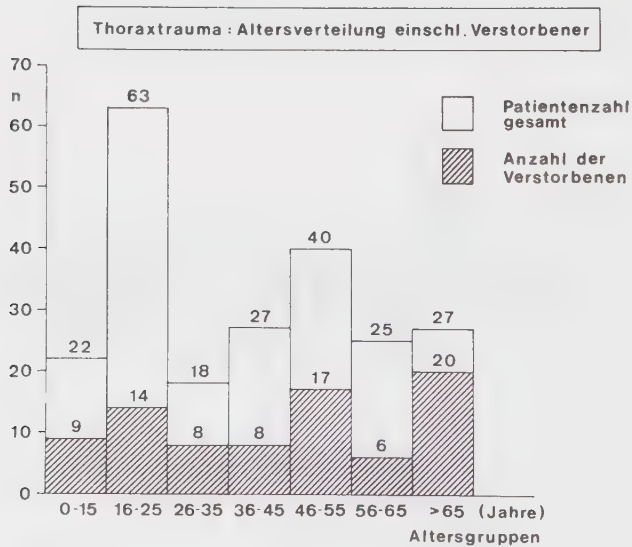


Abb.: 7 Gesamtzahl der Patienten und Anzahl der Verstorbenen in den verschiedenen Altersgruppen.

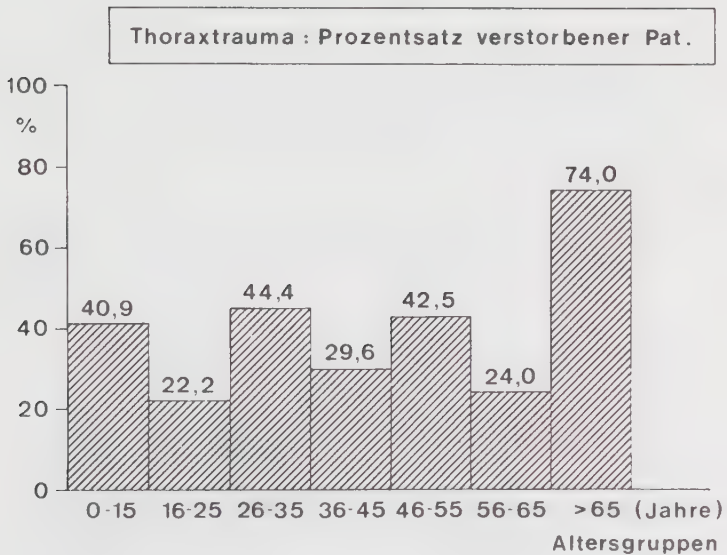


Abb.: 8 Prozentualer Anteil verstorbener Patienten in den verschiedenen Altersgruppen.

So verstarben aus der größten Gruppe der 18- bis 25jährigen ($n = 63$) nur 14 Patienten (= 22,2 %), bei den Patienten, die älter als 65 Jahre alt waren, lag der Anteil der Verstorbenen mit 74 % am höchsten, es verstarben 20 der 27 Patienten dieser Altersgruppe. Insgesamt verstarben 82 der 222 Patienten, dies entspricht einem Anteil von 36,9 %.

3.3. Einfach- und Kombinationsverletzungen im Thoraxbereich

Da es hinsichtlich der Therapie von Bedeutung ist, ob es sich bei den Verletzungen im Thoraxbereich um reine Rippenserienfrakturen handelt oder ob eine Kombinationsverletzung des Thoraxbereiches vorliegt, haben wir 3 Klassifikationsgruppen von typischen Thoraxverletzungen isoliert. Extrathorakale Begleitverletzungen wurden dabei nicht berücksichtigt.

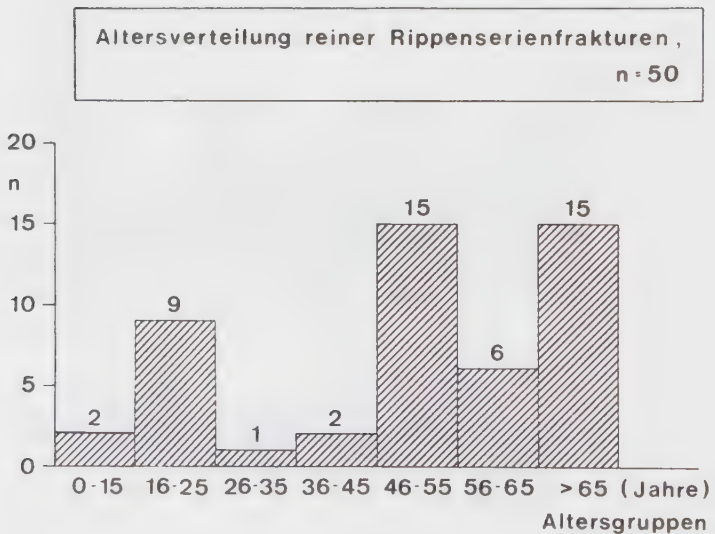


Abb.: 9 Anzahl reiner Rippenserienfrakturen in den verschiedenen Altersgruppen.

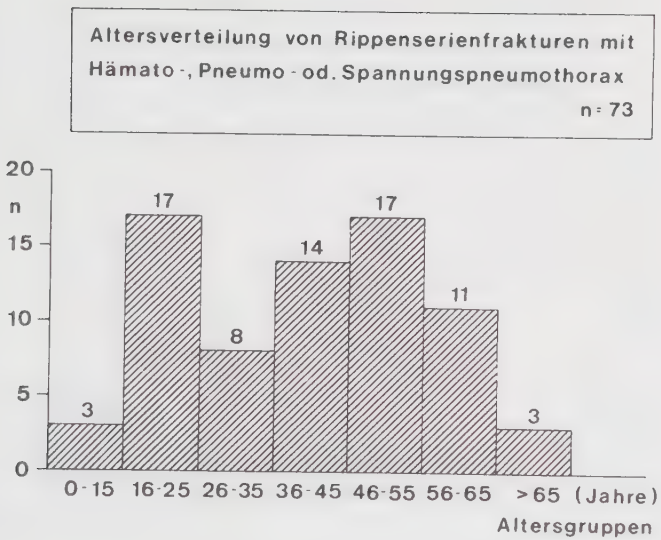


Abb.: 10 Anzahl von Rippenserienfrakturen, die mit Hämato-,
Pneumo- oder Spannungspneumothorax kombiniert waren.

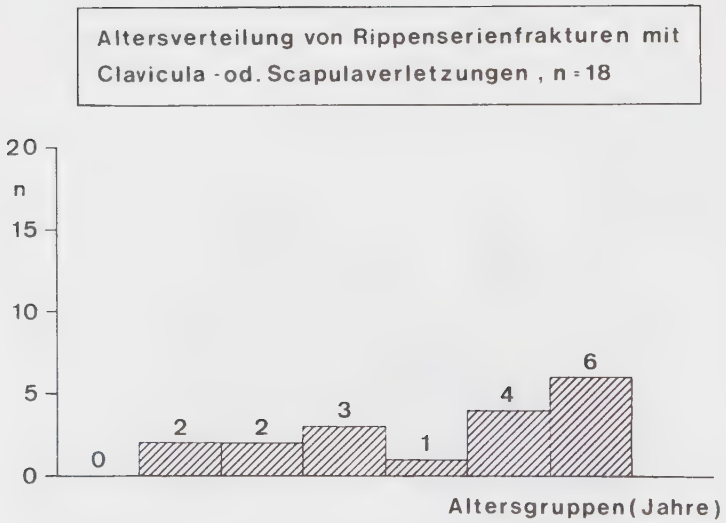


Abb.: 11 Anzahl von Rippenserienfrakturen in Kombination mit Clavicula-oder Scapulaverletzungen.

Reine Rippenserienfrakturen traten bei 50 der 222 untersuchten Patienten auf. Wegen der mit zunehmendem Lebensalter geringer werdenden Elastizität der knöchernen Strukturen waren hier vor allem die Altersgruppen ab 46 Jahre vermehrt betroffen (Abb. 9).

Größer war die Anzahl derjenigen ($n = 73$), bei denen es nach Rippenserienfrakturen auch zur Mitverletzung pleuraler Strukturen kam und sich ein Hämato-, Pneumo- oder Spannungspneumothorax entwickelte. Hier entspricht die altersmäßige Zusammensetzung etwa der des Gesamtkollektivs (Abb. 10 vgl. Abb. 1). Zur Mitverletzung von Scapula und Clavicula kam es bei 18 Patienten.

3.4. Reine Thoraxtraumen und Klassifikation der Mehrfach- verletzungen

Thoraxverletzungen treten nur zu einem geringen Teil isoliert auf. Meist sind andere Körperteile mitverletzt.

Tab.: 1 Anzahl von Thoraxtraumen und Kombinationsverletzungen

Reine Thoraxtraumen	31 Patienten	13,9 %
Thoraxtraumen und Mehrfachverletzungen	191 Patienten	86,1 %
Gesamt	222 Patienten	100 %

Nur 31 Patienten (= 13,9 %) wiesen reine Thoraxverletzungen auf, alle anderen waren multitraumatisiert, d.h. sie hatten andere, nicht thorakale Begleitverletzungen.

Wie aus Abb. 12 ersichtlich, waren hier Mehrfachzuordnungen möglich.

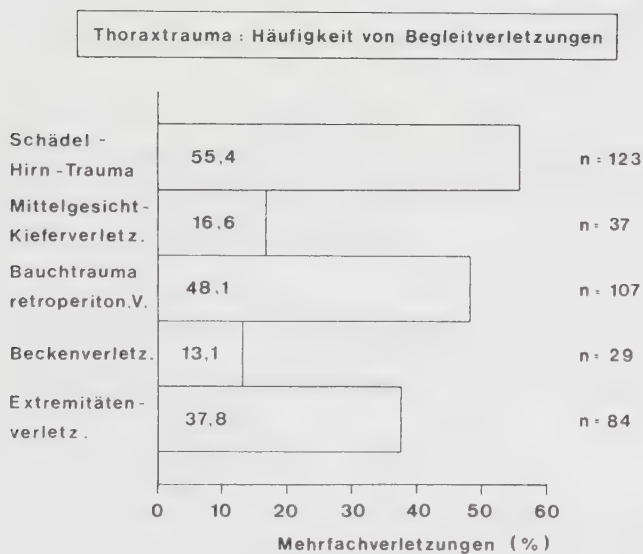


Abb.: 12 Häufigkeit von Begleitverletzungen beim Thoraxtrauma
(Mehrfachzuordnung möglich)

Weitaus am häufigsten ($n = 123$) war das Thoraxtrauma mit einem Schädel-Hirn-Trauma kombiniert, wobei hier hinsichtlich des Schweregrades nicht unterschieden wurde. Meist handelte es sich jedoch um leichte bis mittelschwere Verletzungen. Schwerstverletzungen und andere Traumatisierungen, die neurochirurgische Eingriffe notwendig machten, wurden entweder sofort oder nach Primärversorgung in die Neurochirurgische Universitätsklinik verlegt.

Als zweithäufigste Begleitverletzung ($n = 107$) zeigte sich die Beteiligung des Bauches und Retroperitonealraumes. Vor allem die Milz war häufig mitverletzt, etwas seltener kam es zu Kontusionierung oder Ruptur von Leber, Darm, Pankreas und Nieren.

Bei 84 Patienten kam es zur Fraktur von Extremitäten, die entsprechende Therapie, z.T. auch operatives Eingreifen notwendig machten.

Mittelgesichts-Kieferverletzungen ($n = 37$) sowie Verletzungen des Beckenbereiches ($n = 29$) traten seltener als Begleittrauma in Erscheinung.

3.5. Todesursachen

In unserer Erhebung wurden die Todesursachen der 82 verstorbenen Patienten zusammengestellt. Sie sind in Tab. 2 aufgeführt. Meist waren für den einzelnen Patienten mehrere Todesursachen angegeben, so daß Mehrfachzuordnungen möglich sind.

Wir betrachteten die so klassifizierten Todesursachen in ihrer Beziehung zum Zeitpunkt des Todes und der Altersabhängigkeit.

Tab.: 2 Anzahl der angegebenen Todesursachen in ihrer Beziehung zum durchschnittlichen Todeszeitpunkt und dem Durchschnittsalter der Patienten.
(Mehrfachzuordnungen möglich)

Anzahl	Todesursache	durchschn. Todestag	Durchschnitts- alter d. Verst.
20	Ateminsuff. zentr. bed. Ateminsuff.	11,1 Tage	44,0 Jahre
18	zentral bed. Herz- Kreislaufversagen Hirnödem	5,6 Tage	36,5 Jahre
17	hämorrhagischer Schock	2,7 Tage	36,9 Jahre
14	Pneumonie	11,1 Tage	47,1 Jahre
12	Nierenversagen	14,3 Tage	49,7 Jahre
11	sept. Schock u. sept./tox. Herz- Kreislaufversagen	23,3 Tage	50,2 Jahre
10	Lungenembolie Lungenödem	9,7 Tage	43,7 Jahre

Am häufigsten ($n = 20$) wurde als Todesursache die Ateminsuffizienz diagnostiziert, der Tod trat durchschnittlich nach 11,1 Tagen ein.

Als typische Frühkomplikation zeigte sich bei uns der Tod infolge hämorrhagischen Schocks. Hier trat der Tod nach durchschnittlich 2,7 Tagen ein, und es waren vor allem jüngere Patienten betroffen (Durchschnittsalter 36,9 Jahre), während das septisch-toxische Herz-Kreislaufversagen die Todesursache des Langzeitpatienten war. Es kam im Durchschnitt nach 23,3 Tagen zum letalen Ausgang, das Durchschnittsalter lag mit 50,2 Jahren hier am höchsten. Alle anderen Todesursachen zeigten keine Auffälligkeiten.

3.6. Häufigkeit der Beatmung und Letalität in den Altersgruppen

Von den insgesamt 222 Patienten wurden 117 (= 52,7 %) primär beatmet, bei 34 Patienten (= 15,3 %) war wegen der sich verschlechternden pulmonalen Situation eine sekundäre Beatmung notwendig.

Insgesamt beatmet wurden also 151 Patienten, dies entspricht einem Anteil von 68 % am gesamten Patientengut unserer Erhebung.

Tab.: 3 Anzahl primär und sekundär beatmeter Patienten

Patienten insgesamt	n = 222	
Primär beatmete	n = 117	52,7 %
Sekundär beatmete	n = 34	15,3 %
Insgesamt beatmete	n = 151	68,0 %

Von den 151 beatmeten Patienten verstarben 80 Patienten, dies entspricht einem Anteil von 52,9 %. Wir haben dieses Kollektiv nach Altersgruppen weiter aufgeschlüsselt.

Tab.: 4 Anzahl und Letalität beatmeter Patienten in den Altersgruppen

		0-15	16-25	26-35	36-45	46-55	56-65	65
Beatmet	n =	16	45	12	19	26	9	24
	%	72,7	71,4	66,6	70,3	65,0	36,0	88,9
Letalität bei beatmet. Patienten	n =	8	20	7	10	15	3	17
	%	50,0	44,4	58,3	52,6	57,7	33,3	70,8

Am häufigsten war die Beatmung bei Patienten nötig, die zum Zeitpunkt der Diagnosestellung älter als 65 Jahre alt waren (88,9 %), auch lag bei dieser Altersgruppe die Letalität mit 70,8 % am höchsten.

Die zahlenmäßig stärkste Gruppe stellte auch bei den Beatmeten die der 16 - 25jährigen. Beatmet wurden hier 45 (= 71,4 %) Patienten, davon verstarben 20 (= 44,4 %).

Wir haben die Beatmungsdauer im Untersuchungszeitraum näher betrachtet. Die früher beim Thoraxverletzten übliche Langzeitbeatmung ist heute nur noch selten notwendig, die durchschnittliche Beatmungsdauer betrug bei den primär beatmeten Patienten 7,6 Tage, bei den sekundär beatmeten 6,3 Tage.

3.7. Beatmungshäufigkeit im Hinblick auf einfache Verletzungskombinationen

Uns interessierte der Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Beatmung beim nur Thoraxverletzten und den Patienten, bei denen Begleitverletzungen diagnostiziert wurden. Da ein Teil der Patienten mehrere Begleitverletzungen hatten, sind hier Mehrfachzuordnungen möglich.

Tab.: 5 Beatmungshäufigkeit beim isolierten Thoraxtrauma sowie beim Thoraxtrauma mit verschiedenen Begleitverletzungen

Verletzungsart	Fallzahl	Beatmet		nicht beatmet	
		n	%	n	%
Reine Thoraxverletzung	31	10	32,2	21	67,8
Tho + SHT	78	58	74,3	20	25,7
Tho + Mittelgesicht/Kieferverletzung	21	14	66,7	7	33,3
Tho + Bauch/retroperitonealverl.	63	50	79,4	13	20,6
Tho + Beckenverletzung	17	12	70,5	5	29,5
Tho + Extremitätenverletzung	47	31	66,6	16	34,4

Es ist ersichtlich, daß die Beatmungshäufigkeit bei den reinen Thoraxverletzungen im Vergleich sehr niedrig war. Nur 10 der 31 Patienten mußten beatmet werden, dies entspricht 32,2 %.

Deutlich öfter mußten Patienten mit Begleittraumen beatmet werden, am häufigsten diejenigen, bei denen zusätzlich Verletzungen des Bauch- und/oder Retroperitonealraumes vorlagen (= 79,4 %). An zweiter Stelle lag mit 74,3 % die Kombinationsverletzung Thorax und Schädel-Hirn-Trauma.

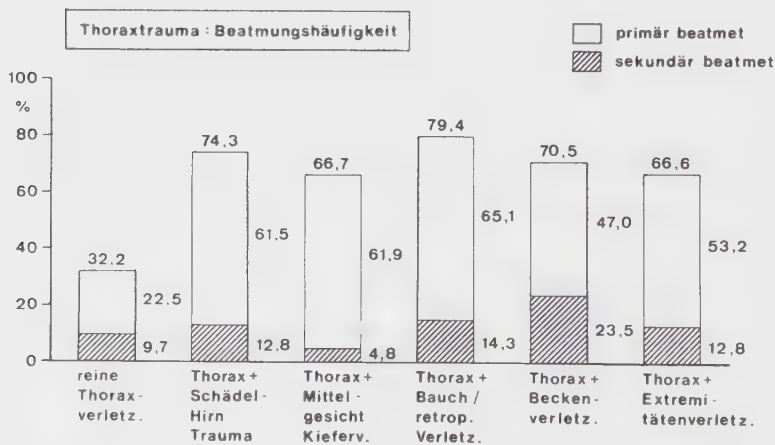


Abb.: 13 Häufigkeit der Beatmung in Prozent gegliedert nach Verletzungsarten

3.8. Thoraxdrainagen

Die Versorgung der Patienten mit Thoraxdrainagen stellt eine häufige therapeutische Maßnahme dar und wurde bei unserer Untersuchung differenziert miterfaßt. Insgesamt war dieser Eingriff bei 157 der 222 Patienten indiziert. Eine Unterscheidung hinsichtlich der Lokalisation haben wir nicht getroffen. Primär versorgt wurden 142 Patienten (= 63,9 %). Bei 14 dieser Patienten waren später zusätzliche Drainagen notwendig. Nur bei 15 Patienten war im Verlauf der Therapie dieser Eingriff notwendig, so daß sie sekundär versorgt wurden.

Wir untersuchten weiterhin die Häufigkeit der Versorgung mit Thoraxdrainagen in ihrer Beziehung zur Beatmungstherapie.

Tab.: 6 Versorgung mit Thoraxdrainagen bei beatmeten und nicht beatmeten Patienten

	Beatmete Patienten		Nicht beatmete Patienten	
	Anzahl	%	Anzahl	%
nur primäre Versorgung	99	65,6 %	43	60,6 %
nur sekundäre Versorgung	12	7,9 %	6	8,4 %
sekundär nach primärer Vers.	(13)		(1)	

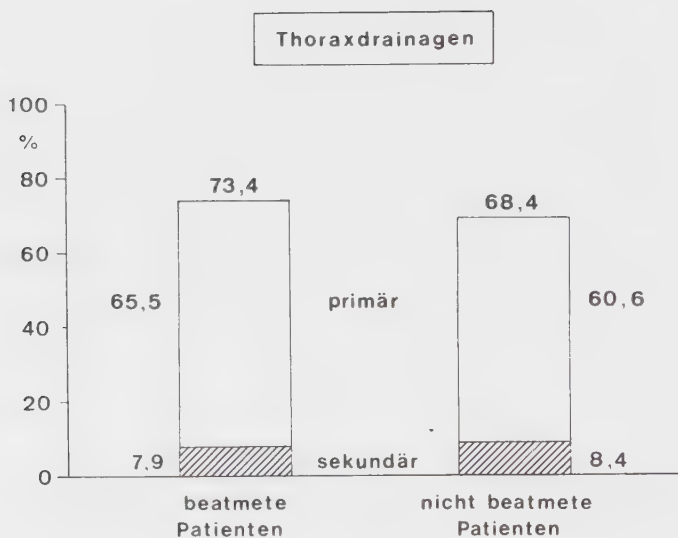


Abb.: 14 Gegenüberstellung des gesamten Anteils der Versorgung mit Thoraxdrainagen bei beatmeten und nicht beatmeten Patienten

Bei den beatmeten Patienten lag die primäre Versorgung mit 65,6 % nur unwesentlich über dem Anteil derjenigen, bei denen, ohne daß sie beatmet werden mußten, diese Maßnahme indiziert war (= 60,6 %). Auch die Anteile der sekundär versorgten entsprechen sich etwa (7,9 % der beatmeten, 8,4 % der nicht beatmeten Patienten).

3.9. Tracheotomien

Bei 36 Patienten (= 16,2 %) wurde eine Tracheotomie durchgeführt. Ersichtlich wird aus Abb. 15 die Tendenz zur frühen Tracheotomie. Die Tracheotomien der ersten Tage waren z.T. wegen Verletzung der oberen Luftwege indiziert. Am häufigsten wurde am 4. Tag tracheotomiert (= 7), ab diesem Zeitpunkt war die Häufigkeit sinkend und nur bei einem Patienten war dieser Eingriff nach dem 15. Tag nötig.

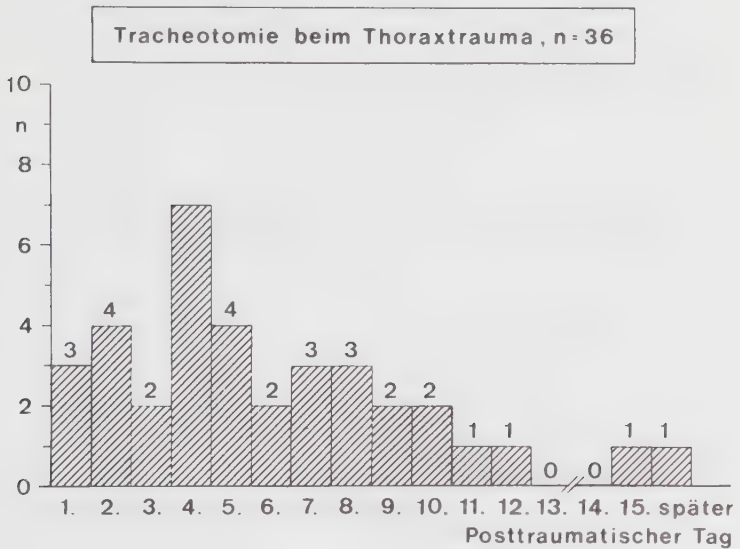


Abb.: 15 Anzahl der durchgeführten Tracheotomien sowie Tag der Durchführung

3.10. Häufigkeit wesentlicher operativer Eingriffe im Untersuchungszeitraum

a) Thorakotomien

Nur bei 23 Patienten (= 10,1 %) war ein operativer Eingriff am Thoraxbereich indiziert, meist waren es nicht sistierende Blutungen, die den Eingriff notwendig machten. Bei jeweils 7 Patienten mußten Lungenteile übernäht oder reseziert werden.

Die operative Stabilisierung des knöchernen Thorax war nur selten notwendig, 5-mal war eine Rippenosteosynthese, 2-mal eine Sternumosteosynthese erforderlich.

Tab.: 7 Häufigkeit verschiedener operativer Eingriffe im Thoraxbereich (Mehrfachzuordnungen möglich)

Art des Eingriffs	Anzahl
Blutstillung	8
Übernähung	7
Resektionen	7
Rippenosteosynthesen	5
Sternumosteosynthesen	2

b) Laparotomien

Wie bereits aus Tab. 1 und Abb. 12 ersichtlich war der größte Teil der von uns untersuchten Patienten multitraumatisiert, so war bei 113 Patienten die Indikation zur Laparotomie gegeben.

Tab.: 8 Anzahl der durchgeführten Laparotomien im Untersuchungszeitraum

Primäre Laparotomien	97 = 43,7 %
Sekundäre Laparotomien	16 = 7,2 %
insgesamt	Pat. 113 = 50,9 %

c) Osteosynthesen

Von den 84 Patienten in unserem Krankengut, bei denen es zur Fraktur von Extremitäten kam (Abb. 12), wurden die Hälfte (n = 42) operativ versorgt.

Bei 7 dieser Patienten waren wegen der ausgeprägten Verletzungen mehrfache Eingriffe nötig.

4. DISKUSSION

Bei der überwiegenden Zahl (86,1 %) der in die Untersuchung aufgenommenen Patienten handelte es sich um Mehrfachverletzte. Diese Tatsache ist sicherlich mit ein Grund für die hohe Gesamtleletalität von 36,9 %, die sich im Bereich der Literaturwerte bewegt.

Tab.: 9 Letalität des Thoraxtraumas, Angaben aus der Literatur und eigene Befunde
(Angaben teilweise der Zusammenstellung von SIMMENDINGER u. PACKSCHIES (42) entnommen)

Autoren und Jahr	Zahl der Pat.	Letalität
GRIFFITH (1963)	38	13 %
LLOYD u. Mitarb. (1969)	32	56 %
NORDLUND (1966)	27	41 %
JAMES u. Mitarb. (1971)	47	20 %
SIMMENDINGER u. PACKSCHIES (1974)	67	56,7 %
ENCKE u. Mitarb. (1978)	1023	15,2 %
RACENBERG u. Mitarb. (1978)	214	25 %
IRLICH u. SCHULTE (1979)	155	26,3 %
eigene Untersuchung	222	36,9 %

Die starken Schwankungen der Letalitätsziffern zwischen den einzelnen Studien lassen sich durch unterschiedliche Kriterien der Patientenauswahl erklären. Es läßt sich jedoch durchgehend eine hohe Sterblichkeit erkennen.

Relativ hoch ist die Frühletalität, was wir darauf zurückführen, daß aufgrund unserer ständig verbesserten Rettungskette mit Rettungswagen, Notarztwagen und Rettungshubschrauber viele an sich unrettbare Patienten noch lebend die Klinik erreichen, die früher bereits am Unfallort verstorben wären.

Entsprechend liegt die Zahl der am hämorrhagischen Schock verstorbenen Patienten ($n = 17$) an dritter Stelle der Todesursachenstatistik, der Tod trat durchschnittlich nach 2,7 Tagen ein (Tab. 2). An erster Stelle der Todesursachen steht bei unseren 222 Patienten die Ateminsuffizienz (einschließlich zentraler Ateminsuffizienz) ($n = 20$), die Opfer überlebten durchschnittlich 11,1 Tage. Die weitere lungenbezogene Letalität liegt bei 14 für Pneumonie (11,1 Tage) und bei 10 für Lungenembolie bzw. Lungenödem (9,7 Tage).

Septische Komplikationen waren bei 11 Patienten für den letalen Ausgang zumindest mitverantwortlich, wobei hier der Tod relativ spät, im Durchschnitt nach 23,3 Tagen eintrat.

Der hohe Anteil der an zentralem Herz-Kreislaufversagen bzw. Hirn-ödem verstorbenen Patienten ($n = 18$) ist durch die häufige Kombi-

nation von Verletzungen des Thoraxraumes und des Schädelhirnbereiches erklärbar (Abb. 12).

Die Letalität nimmt insgesamt mit steigendem Alter der Patienten zu. So starben z.B. in der zahlenmäßig weitaus größten Altersgruppe der 16- bis 25jährigen nur 22,2 %, während bei den über 65jährigen 74 % verstarben (Abb. 8).

Bei der genauen Aufschlüsselung der Todesursachen zeigt sich also, daß, vor allem bei den Spättodesfällen, die Lungenkomplikationen einen wesentlichen Anteil haben, so daß die effektive Behandlung des Thoraxtraumas auch beim Mehrfachverletzten eine zentrale Rolle spielt. Das wichtigste Behandlungsprinzip zur Aufrechterhaltung bzw. Wiederherstellung der respiratorischen Funktion ist die künstliche Beatmung. Auch in unserem Krankengut wurden insgesamt 68 % (n = 151) der Patienten beatmet, davon 52,7 % primär und 15,3 % sekundär.

Da eine Ventilations-therapie aber für den Patienten eine enorm starke psychische Belastung darstellt, die anfangs nur unter starker Sedierung und Analgesie tolerabel ist, und die Langzeitbeatmung wegen ihrer Komplikationen gefürchtet ist, wurde zwar die Beatmungsindikation großzügig gestellt, aber gleichzeitig versucht, die Beatmungsdauer auf das notwendige Mindestmaß zu beschränken.

Tab.: 10 Indikation zur Beatmung beim Thoraxtrauma nach PASCH u. BRANDL (32)

A. Klinische Kriterien

- Schwerer Schock
- Schwere Lungenparenchymverletzung
- Aspiration
- Bewußtseinsstörung

B. Atemphysiologische Kriterien (Verlauf!):

häufig: $\text{PaO}_2 < 55 \text{ mm Hg}$ ($\text{F}_\text{I}\text{O}_2 = 0,21$)
 $\text{PaCO}_2 > 55 \text{ mm Hg}$
 $f > 35/\text{min}$
 $\text{VC} < 15 \text{ ml/kg}$

seltener: $\text{PaO}_2 < 300 \text{ mm Hg}$ ($\text{F}_\text{I}\text{O}_2 = 1,0$)
 $\text{AaDO}_2 > 350 \text{ mm Hg}$ ($\text{F}_\text{I}\text{O}_2 = 1,0$)

Definition:

PaO_2 = arterieller O_2 -Partialdruck
 PaCO_2 = arterieller CO_2 -Partialdruck
 AaDO_2 = alveolo-arterielle O_2 -Partialdruckdifferenz
 f = Atemfrequenz
 VC = Vitalkapazität
 $\text{F}_\text{I}\text{O}_2$ = fraktionale inspiratorische O_2 -Konzentration

Instabile Fragmente haben paradoxe Atmung zur Folge, d.h. während der Inspirationsphase werden wegen des negativen intrathorakalen Drucks diese Teile lungenwärts gezogen, in der Expirationsphase nach außen gedrückt. Sie bewegen sich also entgegengesetzt der übrigen Thoraxwand. AVERY, MÖRCH und BENSON (2) gingen davon aus, daß diese Veränderung der Atemmechanik zum Entstehen von Pendelluft führt, d.h. Luft, die inspiratorisch von der kranken in die gesunde Lungenseite gezogen wird, expiratorisch wieder in die kranke zurückfließt. Die deswegen notwendige vermehrte Atemarbeit bei erhöhtem Totraumvolumen mit folgender Hyperkapnie nahm man als Grund für die sich rasch verschlechternde pulmonale Situation. Man forderte daher "innere Stabilisierung" des Thorax durch Überdruckbeatmung bis zur Einheilung der instabilen Fragmente, in der Regel über mehrere Wochen.

Eine wesentliche Senkung der Mortalität ließ sich dadurch nicht erreichen (38), zumal ja Langzeitintubation, oftmals notwendige Tracheotomien und Langzeitbeatmung an sich häufig zu Komplikationen führen.

In neuerer Zeit hat sich das Verständnis der bei instabilem Thorax wirksamen pathophysiologischen Abläufe gewandelt. Die Existenz der "Pendelluft" wurde experimentell in Frage gestellt (30), und die Einschränkung des Gasaustausches auf die praktisch immer mit solch schweren Verletzungen des knöchernen Brustkorbs einhergehende Lungenkontusion zurückgeführt (44).

Deshalb stellt auch in unserem Patientengut die reine, "unkomplizierte" Rippenserienfraktur mit Thoraxwandinstabilität ohne Lungenkontusion noch keine primäre Beatmungsindikation dar; es wurden von den Patienten mit reinem Thoraxtrauma ohne Begleitverletzung, die ohnehin in der Minderzahl waren, nur 32,2 % beatmet.

In der Mehrzahl der Fälle war die Beatmung, ungeachtet der Schwere des Thoraxtraumas, aufgrund von Begleitverletzungen nötig. Von den Patienten mit Begleitverletzungen wurden über zwei Drittel (Abb. 13) beatmet, wobei die Art dieser Verletzungen zahlenmäßig kaum eine Rolle spielte. Als Zugangsweg für die maschinelle Beatmung wurde primär die nasotracheale Intubation gewählt, falls nicht Intubationshindernisse wie z.B. schwere Gesichtsschädelverletzungen vorlagen. Bei der mittleren Beatmungsdauer von 7,6 Tagen für die primär und 6,3 Tagen für die sekundär beatmeten Patienten war in der Regel keine Tracheotomie erforderlich, sie wurde insgesamt bei nur 23,8 % ($n = 36$) der beatmeten Patienten durchgeführt.

Möglichst frühzeitige Beendigung der Beatmung bzw. ihre Vermeidung setzen jedoch eine intensive atemtherapeutische Behandlung voraus. Hierfür steht ein breit gefächertes Bündel von Maßnahmen zur Verfügung, die bereits weiter oben erläutert wurden.

Alle diese Maßnahmen zur Verbesserung der Funktion der Lunge sind

natürlich nur dann sinnvoll, wenn diese nicht durch die häufige Komplikation des Hämato- oder Pneumothorax in ihrer Ausdehnung gehindert ist. Bei 70,7 % ($n = 157$) unserer Patienten wurden Thoraxdrains gelegt, wobei der Anteil der beatmeten und nicht beatmeten Patienten etwa gleich ist. Durch diesen unkomplizierten und risikoarmen Eingriff wird die respiratorische Funktion oft schlagartig und nachhaltig gebessert; die Blutgaswerte normalisieren sich rasch, so daß auf Beatmung verzichtet werden kann, sofern nicht etwa Begleitverletzungen sie erfordern.

Bei diesen Begleitverletzungen war das Schädel-Hirn-Trauma mit 55,4 % am häufigsten, knapp gefolgt von den abdominellen Verletzungen mit 48,1 %. Die Extremitäten waren bei 37,8 % der Patienten mitverletzt, andere Verletzungsarten spielten zahlenmäßig eher eine untergeordnete Rolle, wenn sie auch von Fall zu Fall die Therapie wesentlich beeinflussen. So stellen erhebliche Mittelgesichts- und Kiefertraumen unter Umständen ein schwieriges Intubationshindernis dar, und Beckenfrakturen bereiten bei der Umlagerung des Patienten große Probleme.

Betrachtet man die Verletzungen des Thorax differenziert, so fällt die starke Häufung der reinen Rippenserienfrakturen in den oberen Altersklassen auf (Abb. 9). Auch der Schultergürtel ist hier überproportional oft beteiligt. Dies ist wohl auf die mit steigendem Alter abnehmende Elastizität der Thoraxwand zurückzuführen; äußere Gewalteinwirkung führt eher zur Fraktur als zu

elastischer Verformung mit Parenchymschädigung der Lunge. Auch der Unfallablauf könnte, zumindest was die Frakturen des Schultergürtels angeht, eine Rolle spielen: Ältere Leute mit unsicherem Gang stürzen öfter. Diese Frakturen sind jedoch in den oberen Altersklassen viel seltener mit Pleuraverletzungen kombiniert; Pneumo-, Hämato- oder Spannungspneumothorax treten am häufigsten in den mittleren Jahrgängen hinzu. Auch hierfür ist unserer Meinung nach der typische Unfallablauf verantwortlich; in dieser Gruppe sind die Verkehrsunfälle bei höheren Geschwindigkeiten weitaus am häufigsten.

Bei der Mehrzahl der Patienten waren, meist zur Behandlung von Begleitverletzungen, operative Eingriffe notwendig. So wurden insgesamt 50,9 % ($n = 113$) laparotomiert, entsprechend dem hohen Anteil der abdominellen Begleitverletzungen. Bei 18,9 % ($n = 42$) der erfaßten Patienten wurden Osteosynthesen durchgeführt.

Die operativen Eingriffe im Thoraxbereich waren wesentlich seltener. Nur bei 10,1 % ($n = 23$) der Behandelten wurde eine Thorakotomie vorgenommen, entsprechend der bei Thoraxtraumen im allgemeinen gebotenen Zurückhaltung.

Wie wir abschließend feststellen können, gibt es das "typische Thoraxtrauma" wohl nicht. Also kann man auch kaum umfassende, allgemein gültige Therapieregeln aufstellen, sondern wird in

jedem einzelnen Fall individuell vorgehen müssen. Da man es in der Regel mit polytraumatisierten Patienten zu tun hat, wird mitunter sogar die Thoraxverletzung in der Reihenfolge der therapeutischen Maßnahmen hinter den Begleitverletzungen zurückstehen müssen. Diese Begleitverletzungen bestimmen in der Regel die Prognose, so daß nach wie vor die Therapie des Thoraxverletzten schwierig sein und die hohe Mortalität sich kaum senken lassen wird.

5. Z U S A M M E N F A S S U N G

In den Jahren 1975 - Juni 1979 wurden auf der chirurgischen Intensivstation der Universität Erlangen 222 Patienten mit Thoraxtraumen behandelt, bei der Mehrzahl (86,1 %) handelte es sich um Polytraumatisierte. Mehr als die Hälfte der Patienten wiesen zudem ein Schädel-Hirn-Trauma ($n = 153$), 48,1 % ein Bauchtrauma ($n = 107$) auf, bei 84 Patienten wurden Extremitätenfrakturen diagnostiziert. 82 Patienten sind verstorben (36,9 %), am häufigsten wurde die Ateminsuffizienz als Todesursache angegeben ($n = 20$).

Entscheidend für die Prognose war neben dem Alter vor allem Art und Schweregrad der übrigen Verletzungen.

Bei der Mehrzahl der Patienten war künstliche Beatmung erforderlich ($n = 151$), die Beatmungsdauer betrug bei primärer Beatmung durchschnittlich 7,6, bei sekundärer 6,3 Tage. Isolierte Thoraxtraumen mußten nur in 32,2 % der Fälle beatmet werden, beim Auftreten von Begleitverletzungen lag die Beatmungshäufigkeit stets über zwei Drittel. Nur 36 Patienten mußten tracheotomiert werden.

Neben der üblichen Behandlung mit Analgetika, Antibiotika, Atemgymnastik und Inhalationen ist die Versorgung mit Thoraxdrainagen eine häufige therapeutische Maßnahme. Bei 157 Patienten (= 70,7 %) war dies notwendig, wobei der Anteil bei Beatmeten und nicht Beatmeten etwa gleich hoch war.

Mehr als die Hälfte der untersuchten Patienten wurden laparotomiert ($n = 113$), bei 42 Patienten waren Osteosynthesen notwendig. Thoraxchirurgische Eingriffe waren selten, nur 23 Patienten wurden thorakotomiert, wobei hier meist unstillbare Blutungen die Ursache waren. Nur bei 5 dieser Patienten wurde eine operative Stabilisierung der Brustwand vorgenommen, was anzeigt, daß chirurgische Maßnahmen bei der Behandlung des Thoraxtraumas in den Hintergrund getreten sind.

6. L I T E R A T U R

1. ADLER, R.: Pneumothorax: Leitfaden zur Diagnose und Behandlung. Tempo Medical Nr. 6, 50 - 58 (1977)
2. AVERY, E.E., MÖRCH, E.T., BENSON, D.W.: Critically crushed chests. A new method of treatment and continuous mechanical hyperventilation to produce alcalotic apnea and internal pneumatic stabilization. J. Thorac. Surg. 32, 291 - 311 (1956)
3. BAKOW, E.D.: Sustained maximal inspiration - a rationale for its use. Resp. Care 22, 379 - 382 (1977)
4. CHRISTENSEN, P. et al.: Early and late results of controlled ventilation in flail chest. Chest 75, 456 - 460 (1979)
5. CLOEREN, S., GIGON, J.P., HASSE, J., PUSTERLA, C., ALLGÖWER, M.: Intensivtherapie bei Patienten mit Rippenserienfraktur und Polytrauma. Thoraxchirurgie 20, 1 - 11 (1972)
6. CRAVEN, K.D., OPPENHEIMER, L., WOOD, L.D.H.: Effects of contusion and flail chest on pulmonary perfusion and oxygen exchange. J. Appl. Physiol. 47, 729 - 734 (1979)
7. CULLEN, P. et al.: Treatment of flail chest. Arch. Surg. 110, 1099 - 1103 (1975)
8. DITTMANN, M., FERSTL, G., WOLFF, G.: Epidural analgesia for the treatment of multiple ribfractures. Europ. J. Intens. Care Med. 1, 71 - 75 (1975)
9. DITTMANN, M., KELLER, K., WOLFF, G.: A rationale for epidural analgesia in the treatment of multiple ribfractures. Intens. Care Med. 4, 193 - 197 (1978)

10. DUFFY, B.L., KYLE, J.W.: Bronchial rupture associated with flail chest treated by external traction. *Brit. J. Anaesth.* 46, 697 - 698 (1974)
11. ENCKE, A., LOLLING, H., ULLRICH, F.: Das geschlossene und offene Thoraxtrauma. *Unfallchirurgie* 4, 23 - 29 (1978)
12. FILLER, D., SCHWEMMLE, K., FEUSTEL, H.: Chirurgische Behandlung des offenen Thoraxtraumas. *Dtsch. Ärztebl.* 75, 499 - 502 (1978)
13. FUCHS, K., PEITSCH, W.: Pneumothorax - Hämatothorax. *Prax. Pneumol.* 33, 425 - 429 (1979)
14. FULTON, R.L., EDWARD, T.P.: Physiologic effects of fluid therapy after pulmonary contusion. *Amer. J. Surg.* 126, 773 - 777 (1973)
15. GIBBONS, J., JAMES, O., QUAIL, A.: Management of 130 cases of chest injury with respiratory failure. *Brit. J. Anaesth.* 45, 1130 - 1135 (1973)
16. GIBBONS, J., JAMES, O., QUAIL, A.: Relief of pain in chest injury. *Brit. J. Anaesth.* 45, 1136 - 1138 (1973)
17. GLINZ, W.: Thoraxverletzungen. Diagnose, Beurteilung und Behandlung. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1978
18. HAMER, Ph.: Allgemeine und spezielle Maßnahmen zur Verhütung und Beseitigung der postoperativen Atelektase. In: Ahnefeld et al. (Hrsg.): *Der Risikopatient in der Anästhesie. 2. Respiratorische Störungen*, 220 - 233. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1976
19. HERGET, H.F.: Anästhesiologische Probleme beim Thoraxtrauma. *Unfallchirurgie* 4, 19 - 22 (1978)

20. HILL, K.: Zur Pathomorphologie der posttraumatischen pulmonalen Insuffizienz. *Anaesthesist* 19, 332 - 340 (1970)
21. IRLICH, G., SCHULTE, H.D.: Verletzungen des Lungenparenchyms. *Prax. Pneumol.* 33, 430 - 435 (1979)
22. JETTE, N.T., BARASH, P.G.: Treatment of a flail injury of the chest. *Anaesthesia* 32, 475 - 479 (1977)
23. KAPPEY, F., MÖLLER, C.: Respiratorische Probleme nach Thoraxtraumen. *Anaesthesist* 19, 328 - 332 (1970)
24. KOLB, E., ECKART, J., TEMPEL, G., JELEN, S.: Die Behandlung des traumatisch bedingten instabilen Thorax durch Dauerbeatmung. *Mschr. Unfallheilk.* 77, 231 - 240 (1974)
25. KOPP, K.H., BLANIG, J., RABENSCHLAG, R., VOGEL, W.: Die Intensivtherapie bei Thoraxtraumen. *Prax. Pneumol.* 33, 491 - 501 (1979)
26. KRAEMER, K., NIER, H., SAILER, R., RIVAS-MARTIN, J.: Komplikationen nach offenen und geschlossenen Thoraxtraumen. *Unfallchirurgie* 4, 30 - 39 (1978)
27. LANDAUER, B.: Narkoseprobleme bei Mehrfachverletzten. *Intensivbehandlung* 4, 35 - 48 (1979)
28. LAWIN, P. (Hrsg.): *Praxis der Intensivbehandlung*. Stuttgart: Thieme 1975
29. LIST, W.F., DUNKL, H., FEISCHL, P.: Assistierte Beatmung bei Fettembolie. *Anaesthesist* 18, 215 - 217 (1969)
30. MALONEY, J.V., SCHMUTZER, K.J., RASCHKE, E.: Paradoxical respiration and "Pendelluft". *J. Thor. Cardiovasc. Surg.* 41, 291 - 298 (1961)

31. OCKELMANN, M., TERBRÜGGEN, D.: Indikationen und Möglichkeiten zur operativen Stabilisierung von Rippen-Reihen-Frakturen bei instabilem Thorax. *Prax. Pneumol.* 33, 408 - 413 (1979)
32. PASCH, Th., BRANDL, M.: Beatmungsprobleme bei schwerem Thorax-trauma und instabiler Thoraxwand. *Intensivbehandlung* 5, 128 - 133 (1980)
33. POWERS, S.: Chest trauma - Differential diagnosis and management. *Resp. Care* 23, 1078 - 1086 (1978)
34. PFENNINGER, J., ROTH, F.: Intermittent positive pressure breathing (IPPB) versus incentive spirometer (IS) therapy in the postoperative period. *Intens. Care Med.* 3, 279 - 281 (1977)
35. RACENBERG, E., TETRUP, F.-J., HILDEBRAND, B., DAMBER, L.-T.: Die Behandlung von Thoraxverletzungen. *Anaesthesiol. Intensiv-med.* 3, 84 - 88 (1980)
36. REH, H.E., BAYINDIR, S.: Zur Röntgendiagnostik des stumpfen Thoraxtraumas. *Unfallchirurgie* 4, 4 - 10 (1978)
37. ROSCHER, R.: Über die stumpfe Lungenverletzung (Lungenkontusion). *Dtsch. Med. Wschr.* 99, 1013 - 1016 (1974)
38. RÜGHEIMER, E.: Das Polytrauma - Indikation zur Früh- und Dauerbeatmung. *Langenbecks Arch. Chir.* 352, 1 - 5 (1980)
39. SCHAAL, M.A., FISCHER, R.P., PERRY, J.F.: The unchanged mortality of flail chest injuries. *J. Trauma* 19, 492 - 496 (1979)
40. SCHMITT-NEUERBURG, K.P., LABITZKE, R.: Thoraxwandstabilisierung durch Plattenosteosynthese. *Unfallchirurgie* 4, 40 - 46 (1978)
41. SHACKFORD, S.R. et al.: The management of flail chest. *Amer. J. Surg.* 132, 759 - 762 (1976)

42. SIMMENDINGER, H.-J., PACKSCHIES, P.: Komplikationen bei der Intensivbehandlung des Thoraxtraumas. Prakt. Anästh. 9, 343 - 351 (1974)
43. STEINBEREITHNER, K.: Postoperative und posttraumatische Ateminsuffizienz. Chirurg 47, 171 - 176 (1976)
44. TRINKLE, J.K. et al.: Management of flail chest without mechanical ventilation. Ann. Thorac. Surg. 19, 355 - 363 (1975)
45. ULMER, W.T.: Die Lungenfunktion nach Thoraxtraumen. Unfallchirurgie 4, 11 - 18 (1978)
46. VARCO, R.L.: Certain aspects of trauma to the chest an underlying organs. In: Najarian, J.S., Delaney, P.J. (eds.): Critical Surgical Care. Stuttgart: Thieme 1977
47. WILSON, R.F., GIBSON, D.B., ANTONENKO, D.: Shock and respiratory failure after chest trauma. J. Trauma 17, 697 - 705 (1977)
48. ZIERROTT, G., SCHRÖDER, L.: Klinische Schweregrade der Lungenkontusion. Prax. Pneumol. 33, 436 - 438 (1979)

Herrn Professor Dr. med. E. Rügheimer möchte ich für die Möglichkeit diese Arbeit zu erstellen sowie für die Übernahme des Referates bestens danken.

Herrn Professor Dr. med. Th. Pasch möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und stets freundliche Unterstützung und wertvolle Hilfe beim Zustandekommen dieser Arbeit sowie für die Übernahme des Korreferates meinen herzlichen Dank aussprechen.

L E B E N S L A U F

- 5.2.1951 Geboren in Rupertsbuch bei Eichstätt als Sohn
des Zimmermeisters Fridolin Biber und seiner
Ehefrau Kreszentia Biber, geb. Hartmann
- 1957 - 1962 Besuch der Volksschule in Rupertsbuch
- 1962 - 1971 Besuch des Math. Naturwissenschaftlichen
Gymnasiums in Eichstätt
- 1971 Abitur ebendort
- 1971 - 1973 Bundeswehrzeit in Roth bei Nürnberg
- 1973 - 1975 4 Semester als Student der Rechtswissenschaften
an der Universität Erlangen-Nürnberg
- 1975 - 1982 Studium der Humanmedizin in Erlangen
- 13.5.1982 Letzter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
- 28.6.1982 Approbation als Arzt
- Seit Nov.
1982 Tätigkeit als Assistenzarzt in der Frankenland-
Klinik der LVA, Klinik für Innere Krankheiten,
Bad Windsheim

Erlangen, im Januar 1984

Johann Fridolin Biber

